

40 cm 径ルツボを用いた 33 cm 径インゴット結晶の Noncontact crucible method による成長

Growth of Si ingots with 33 cm diameter using a crucible with 40 cm diameter by Noncontact crucible method

○中嶋 一雄¹、小野 聖¹、村井 良多¹、金子 弦¹、

Frédéric JAY², Yannick VESCHETTI², Anis JOUINI²

(1. FUTURE-PV JST 郡山センター, 2. National Institute of Solar Energy (INES R&D))

E-mail: kazuonakajima@pb.jst.jp

ルツボ内の融液中に大きな低温領域を形成して、その中で Si 結晶を成長する Noncontact Crucible Method (NOC 法)を我々は提案している。

本発表では、本成長法の特徴の一つである直径比（インゴット結晶径/ルツボ径）の大きな結晶を成長できる性質を利用して 40 cm 径ルツボを用いて 33 cm 径のインゴット結晶の成長を試みたので紹介する。

1) 新炉による大口径化の実験

新炉でも大きな低温領域が出来ており、33 cm ϕ の小型ルツボをテスト的に用いて、直径比を 80%以上に来ることを確認した。この時、最大で 28 cm 径のインゴット結晶が成長できた。この結果を踏まえて、40 cm 径ルツボを用いて成長を行った。この結果、温度降下幅を表す ΔT が 55.6 K で、最大直径 33.5 cm、重さ約 10 kg のインゴット結晶が成長できた。直径比の ΔT 依存性を調べると、 ΔT が大きくなると直径比も大きくなるが、この関係はルツボ径によらないことが判り、同じ ΔT であれば、ルツボ径が大きいほど大口径になることが判った。

2) 新炉による酸素濃度の ΔT 依存性

旧炉では、酸素濃度は酸素の蒸発の起こる融液表面の面積に依存し、60%以上の直径比になると酸素濃度が高くなった。しかし新炉では、酸素濃度は ΔT にほとんど依存しなく、常に $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の近傍にあった。この値はチョクラスキー法と MCZ 法で成長した結晶中の酸素濃度の中間値である。ガスフローを制御した場合は酸素濃度はさらに下がり、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下のデータも得られている。これは、新炉では安定した低温領域が形成されており、対流が弱いためと思われる。

3) 太陽電池特性

新炉の太陽電池特性のデータはまだ出ていないが、旧炉で成長したインゴット単結晶では、チョクラスキー法の単結晶で変換効率が 20% である構造・プロセスを用いて、最大 19.6%、平均 18.9% の特性が得られた。

4) まとめ

本成長法の特徴である、融液内の大きな低温領域を設けたために、40 cm 径ルツボを用いて 33 cm 径の大口径 Si インゴット結晶が得られた。酸素濃度の ΔT に依存しないで低かった。太陽電池の変換効率は、19.6% が得られた。